

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
8 mai 2003 (08.05.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 03/038447 A2

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : G01P 3/48

[FR/FR]; 18, chaussée Jules César, F-95523 Cergy Pon-  
toise (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR02/03744

(72) Inventeurs; et

(22) Date de dépôt international :

30 octobre 2002 (30.10.2002)

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : PINARD,  
Thierry [FR/FR]; 48/50, rue des Croissants, F-92380  
Garches (FR). MICHEL, Nicolas [FR/FR]; 11, rue  
Guillaume Mallard, F-78500 Sartrouville (FR). DELA-  
PORTE, Francis [FR/FR]; 33, avenue de la Muette,  
F-95520 Osny (FR). HERNANDO, Serge [FR/FR]; 1,  
passage de la symphonie, F-95800 Cergy (FR).

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

01/14140 31 octobre 2001 (31.10.2001) FR

(74) Mandataire : BLOCH & ASSOCIES; 2, square de l'Av-  
enue du Bois, F-75116 Paris (FR).

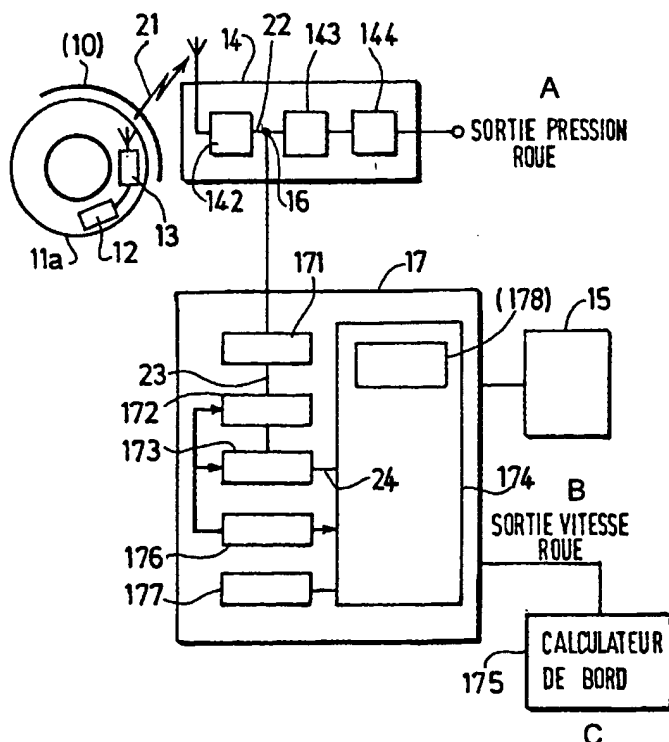
(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : JOHN-  
SON CONTROLS AUTOMOTIVE ELECTRONICS

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR MEASURING ROTATIONAL SPEED OF A MOTOR VEHICLE WHEELS

(54) Titre : PROCEDE ET SYSTEME DE MESURE DE LA VITESSE DE ROTATION DES ROUES D'UN VEHICULE AUTO-  
MOBILE



(57) Abstract: The invention concerns a system comprising an assembly of pressure sensors (12) for the wheel tyres (11) and transmitters (13) mounted on the wheels, signal processing means (17) for retrieving the modulation envelopes of the signals derived from the transmitters, and for calculating the period of said envelopes and deducing therefrom the rotational speeds.

(57) Abrégé : Le système de l'invention comprend un ensemble de capteurs (12) de pression des pneumatiques des roues (11) et d'émetteurs (13) montés sur les roues, des moyens (17) de traitement des signaux pour extraire les enveloppes de modulation des signaux issus des émetteurs, et pour calculer la période de ces enveloppes et en déduire les vitesses de rotation.

A...WHEEL PRESSURE OUTPUT  
B...WHEEL SPEED OUTPUT  
C...ONBOARD CALCULATOR

WO 03/038447 A2



DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

Procédé et système de mesure de la vitesse de rotation  
des roues d'un véhicule automobile

La présente invention concerne la mesure de la vitesse de rotation des roues des véhicules automobiles. Ces vitesses de rotation sont notamment utiles dans les systèmes d'antiblocage de roue ou de contrôle de trajectoire.

- 5 Il existe de nombreux procédés permettant de mesurer la vitesse de rotation des roues de véhicules automobiles, à commencer par le simple compte-tours. Ces procédés nécessitent toujours des dispositifs spécifiques, donc coûteux en montage et en maintenance.
- 10 On connaît par ailleurs les capteurs de pression des pneumatiques de roues. Ces capteurs de pression de pneumatique se généralisent de plus en plus, pour ne pas dire que les constructeurs les montent systématiquement sur leurs véhicules. FR 2 774 178 rappelle que le signal émis par l'émetteur d'un capteur de pression de pneumatique de roue, entraîné en rotation avec
- 15 la roue, est modulé en amplitude, au cours de la rotation, en fonction des obstacles et autres masquages fixes dus à la partie de carrosserie qui s'interpose entre ledit émetteur et le récepteur correspondant.

Et bien la demanderesse a réalisé que l'enveloppe de modulation du signal d'un capteur de pression de pneumatique était un signal périodique de période égale à la durée d'un tour de roue, et c'est ainsi qu'elle propose son invention.

A cet effet, la présente invention concerne un procédé de mesure des vitesses de rotation des roues d'un véhicule automobile, caractérisé par le fait qu'on détecte les enveloppes des signaux des émetteurs des capteurs de pression des pneumatiques desdites roues et qu'on détermine leurs périodes pour en déduire leurs vitesses de rotation.

30 Naturellement, les vitesses de rotation  $v$ , angulaire en tours par seconde, et  $V$ , linéaire en mètres par seconde, d'une roue de circonférence de longueur  $c$  et sur la jante de laquelle l'émetteur du capteur émet un signal modulé par la rotation selon une enveloppe de période  $T$ , sont données par les relations :  $v = 1 / T$  ;  $V = c.v$ .

35 L'intérêt du procédé de l'invention est de ne faire appel à aucun équipement autre que le système de surveillance de la pression des pneumatiques.

L'invention concerne également un système de mesure des vitesses de rotation des roues d'un véhicule automobile pour la mise en œuvre du procédé, comprenant un ensemble de capteurs de pression des pneumatiques des roues avec des émetteurs montés sur les roues, des  
5    moyens de traitement du signal pour extraire les enveloppes de modulation des signaux issus des émetteurs, et pour calculer la période de ces enveloppes et en déduire les vitesses de rotation.

10    Le système de mesure selon l'invention peut comprendre en outre des moyens pour estimer la période des enveloppes de modulation avant de la mesurer, par exemple les moyens indicateurs de la vitesse linéaire du véhicule.

15    Grâce à cela, il est possible de n'effectuer la mesure des vitesses de rotation que pendant un temps minimal compte-tenu de la vitesse du véhicule.

20    L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante d'un mode de mise en œuvre particulier du procédé et de la forme de réalisation préférée du système de mesure de l'invention, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente le schéma par blocs du système de l'invention ;
- la figure 2 représente un signal type délivré par un capteur de pression et son enveloppe de modulation ;
- 25    - la figure 3 représente l'organigramme du procédé de détermination de la vitesse de rotation d'une roue ;
- la figure 4 illustre la mise en œuvre du procédé sur les quatre roues d'un véhicule.

30    Le système de mesure de vitesse de rotation d'une roue 11 selon l'invention va maintenant être décrit.

En référence à la figure 1, il comprend un ensemble comportant un capteur de pression 12 et son émetteur 13 montés sur la roue 11, ainsi qu'un  
35    récepteur fixe 14 destiné à traiter le signal 21 émis par l'émetteur 13.

D'ordinaire, le récepteur fixe 14 comprend, en série, une antenne réceptrice 141, un démodulateur 142 délivrant un signal 22 analogique débarrassé de sa porteuse, un filtre 143 et une électronique de traitement des données de  
40    pression des pneumatiques 144.

Ces équipements permettent de transformer les signaux radio en signaux numériques et calculer la pression des pneumatiques.

- 5 Le système comporte, ici en aval du démodulateur 142, une dérivation 16 du signal reçu par le récepteur fixe, alimentant des moyens 17 de traitement du signal pour extraire l'enveloppe de modulation du signal et pour calculer la vitesse de rotation de la roue.
- 10 Ici, les moyens de traitement du signal comprennent, en série, les moyens suivants :
- un moyen de filtrage 171, pour extraire du signal l'enveloppe de modulation 23,
  - des moyens d'acquisition 172, 173, pour échantillonner et numériser ladite enveloppe 23,
  - 15 - un processeur de calcul 174, 178, pour déterminer la période de cette enveloppe.

- 20 Le système comprend en outre au moins une horloge 176 reliée aux moyens d'acquisition et au processeur lui-même relié à au moins une mémoire 177 d'enregistrement des échantillons et à l'indicateur de vitesse du véhicule 15.

- 25 Dans l'exemple considéré, le système utilise aussi l'indicateur de bord de vitesse 15 du véhicule. Ce pourrait aussi bien être l'odmètre, puisque l'on dispose de la longueur de la circonférence des roues.

- 30 En référence à la figure 2, le procédé consiste à traiter cycliquement le signal issu de l'émetteur du capteur de pression, le cycle comprenant une durée d'observation  $\Theta$  durant laquelle on détecte des maxima d'amplitude  $P_{i1}$ ,  $P_{i2}$  sensiblement égaux et successifs et les durées qui les séparent.

- Ces durées correspondent à la période cherchée  $T$ , de laquelle on va déduire la vitesse de rotation.

- 35 Pour obtenir ce résultat, on récupère le signal 22 à la sortie du démodulateur 142, on le soumet à un filtrage passe-bas dans le filtre 143, de façon à isoler l'enveloppe.

Cela peut être obtenu par une méthode de filtrage analogique, en choisissant une fréquence de coupure du filtre,  $F_c$ , légèrement supérieure à la fréquence de rotation maximale des roues.

- 5 On échantillonne ensuite le signal filtré à une fréquence d'échantillonnage  $f_e$  déterminée à l'avance. Selon une règle de traitement du signal bien connue, cette fréquence est au moins le double de la fréquence de coupure  $F_c$ .
- 10 On détermine la durée d'observation  $\Theta$  à partir d'une information sur la vitesse du véhicule disponible par ailleurs, par exemple celle que fournissent les instruments de bord : compteur de vitesse, odomètre.

- 15 En effet, si  $U$  est cette vitesse en mètres par seconde et  $c$ , la longueur, en mètres, de la circonférence de la roue, une estimation de la période  $T$  de rotation des roues est donnée par le rapport  $c/U$ . Cette estimation permet de choisir la durée d'observation  $\Theta$  de façon à ce qu'elle contienne au moins les deux maxima cherchés :

20

$$\Theta = \frac{2c}{U}$$

- 25 La durée d'observation  $\Theta$  peut, à partir d'un certain nombre de cycles, être optimisée à une valeur plus faible, compte-tenu de l'historique du signal, de la connaissance de la vitesse du véhicule et de la position du maximum dans la période, jusqu'à une valeur proche de  $T$  mais toujours supérieure de façon à ce que le signal périodique dont on cherche à déterminer la période s'y trouve en entier.

30

Une fois cette difficulté levée, on range, à partir d'un temps  $t_0$  et pendant la durée d'observation ainsi déterminée, les  $n$  valeurs échantillonnées obtenues  $P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_n$  dans un ordre par exemple chronologique 1, 2, ...,  $i, \dots, n$ . Naturellement, le nombre  $n$  des valeurs rangées est tel que

35

$$n = f_e \cdot \Theta$$

On recherche alors dans le signal rangé deux maxima successifs  $P_{i1}$  et  $P_{i2}$  sensiblement égaux, dont les valeurs correspondent aux maximums de

l'une et de l'autre de deux périodes successives, et on relève leurs emplacements de rangement i1 et i2 dans cette durée d'enregistrement  $\Theta$ .

On en déduit la période cherchée :

5

$$T = (i2 - i1) / f_e$$

Et on obtient enfin la vitesse de rotation de la roue entre l'instant  $t_0$  et l'instant  $t_0 + \Theta$  selon l'une des formules indiquées plus haut.

10

Il suffit de répéter le cycle qui vient d'être décrit pour obtenir les vitesses de rotation suivantes. On dispose alors d'un échantillonnage de la vitesse de rotation instantanée de la roue avec une certaine fréquence d'échantillonnage  $f_e$ .

15

Puisqu'un cycle contient au moins une durée d'observation auquel il faut bien, en théorie, ajouter une durée de traitement, la durée du cycle devrait être d'une durée plus longue et, en principe, fixe.

20 Le procédé permet de disposer d'une mesure de vitesse de rotation des roues de façon continue à une fréquence

$$f_e = 1 / \Theta$$

25 Cette fréquence est variable et dépend de la vitesse du véhicule. Plus cette vitesse sera élevée, plus cette fréquence le sera. Ainsi, on dispose d'une vitesse de rotation de roue d'autant plus rapidement que la vitesse du véhicule est élevée.

30 Pour revenir sur la réalisation de la figure 1, le signal 21 émis par l'émetteur 13 subit une modulation parasite due notamment à la carrosserie 10 avant d'être reçu par le récepteur 14 et d'y être traité pour fournir la pression des pneumatiques. Ainsi, le signal 22 en sortie du démodulateur 142 est filtré par le filtre du récepteur 143 pour les besoins normaux du traitement des  
35 informations de pression.

Le signal 22 est aussi filtré par le filtre 171 du moyen de traitement du signal 17, par exemple un filtre RC.

En sortie du filtre 171, le signal 23 est échantillonné et numérisé à la fréquence  $f_e$  en permanence par un échantillonneur – bloqueur 172 qui gèle les grandeurs analogiques à des instants réguliers à la fréquence  $f_e$  et un convertisseur analogique – numérique 173 qui fournit en sortie 24 des échantillons numériques  $P_i$  du signal dont on veut déterminer la période. Ces moyens effectuent ces opérations grâce notamment à l'horloge 176, sous le contrôle du processeur 174.

En référence à la figure 3, le processeur 174 transmet le contrôle au programme de la mémoire 178, lequel acquiert et range (30) ces échantillons  $P_i$  en mémoire 177 depuis  $P_1$  jusqu'à  $P_n$  respectivement de la mémoire  $M_1$  à la mémoire  $M_n$ .

Ensuite, le programme, ou le procédé, calcule la vitesse de rotation de la roue qu'il transmet au calculateur de bord 175. Pour cela, à cette étape, il effectue successivement les opérations suivantes :

- recherche (31) des adresses  $i_1$  et  $i_2$  de rangement des deux plus grandes valeurs  $P_i$  dans la mémoire 177,
- calcul (32, 33) de la durée qui sépare ces deux rangs, c'est-à-dire de la période de l'enveloppe de modulation  $T = (i_2 - i_1)/f_e$ ,
- calcul (34) des vitesses de rotation linéaire  $V = c/T$  ou angulaire  $v = 1/T$  et mise à disposition de ces vitesses aux moyens utilisateurs 175,
- acquisition (35) de la vitesse du véhicule  $U$ ,
- calcul (36) d'une nouvelle durée d'observation  $\Theta = \frac{2c}{U}$

et d'un nouveau nombre d'échantillons à acquérir  $n$ , en rapport avec la vitesse du véhicule,

- initialisation (38) du cycle suivant consistant à mettre à jour la durée  $\Theta$  et le nombre  $n$  calculés précédemment, et à effacer la mémoire 177,
- attente (37), s'il y a lieu, de l'instant de début du cycle suivant  $t_0 + (N+1)\Theta$ ,
- lancement du cycle suivant (39) puis contrôle (40) de l'échantillonneur – bloqueur et du convertisseur 172, 173.

L'attente de fin de cycle en cours n'est pas nécessaire si la fin des calculs correspond à la fin du cycle en cours. C'est le cas si les opérations d'observation et d'acquisition des échantillons et les opérations de calcul des vitesses sont consécutives.



Ce n'est pas le cas pour une version plus élaborée dans laquelle les opérations de détermination de la vitesse de rotation d'une roue effectuées au cours du cycle N correspondent à des échantillons observés et acquis lors du cycle N-1.

5

Dans le cas de cette version plus élaborée, en effet, le calcul de la vitesse au cycle N correspond à l'observation du signal au cycle N-1. Ainsi, pendant le temps s'écoulant de  $t_0 + N \cdot \Theta$  à  $t_0 + (N+1) \cdot \Theta$ , le microprocesseur, après avoir acquis les  $n$  échantillons, calcule la vitesse de rotation dont la roue était animée pendant l'intervalle de temps  $[t_0 + (N-1) \cdot \Theta, t_0 + N \cdot \Theta]$ .

10

Dans le cas, le plus courant, d'un système de mesure pour l'ensemble des roues d'un véhicule (figure 4) et comprenant donc un ensemble de capteurs de pression des pneumatiques des roues, les moyens de traitement du signal (17) sont communs pour le traitement des quatre roues.

15

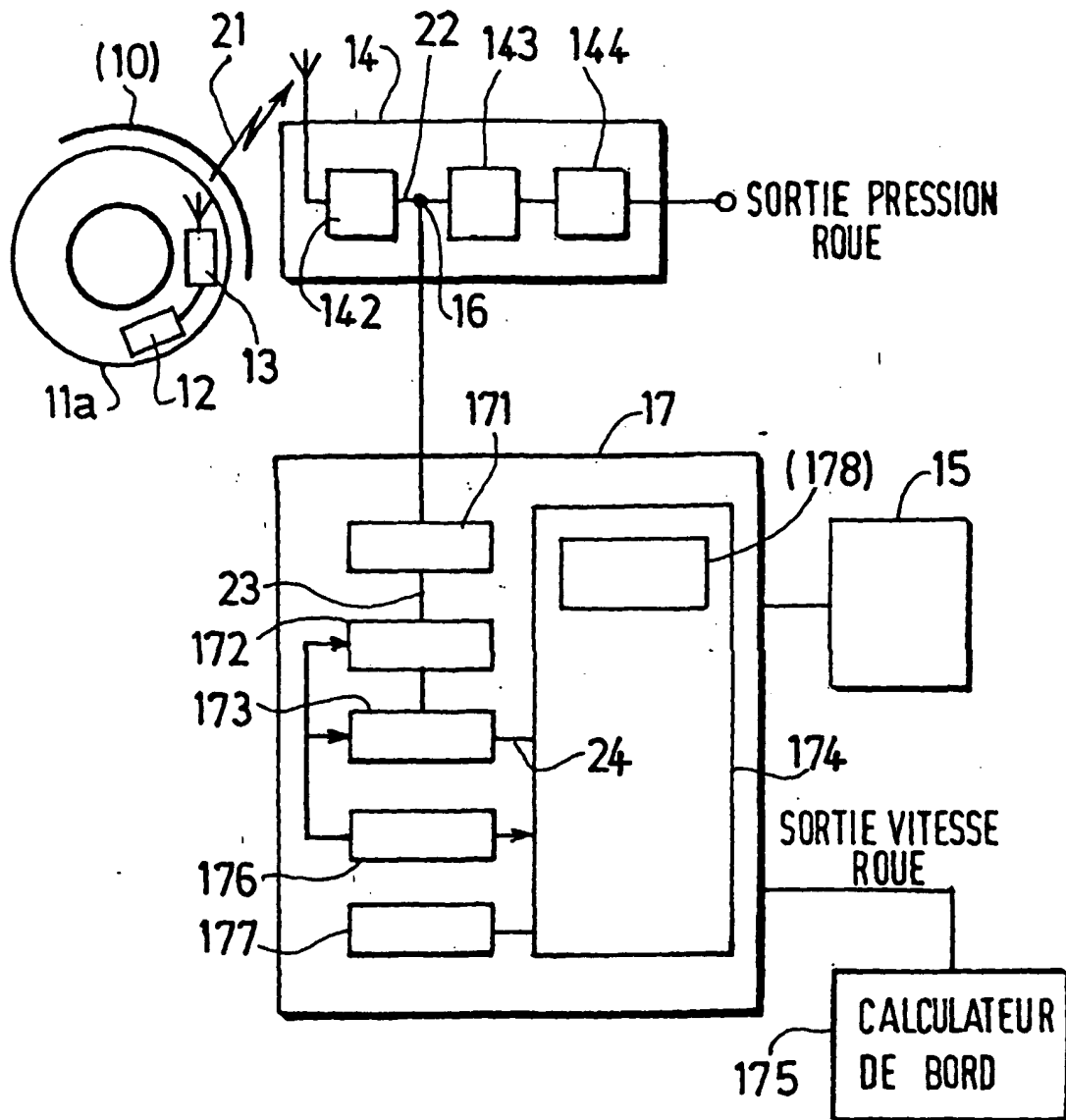
Il suffit par exemple, dans le cas d'un système de mesure de pression des pneumatiques comprenant quatre récepteurs du type (14a), de quadrupler le filtre passe-bas, et de multiplexer les entrées sur l'échantillonneur - bloqueur et le convertisseur analogique - numérique. Cela réduit d'autant la quantité de matériel nécessaire.

20

## REVENDICATIONS

- 1.- Procédé de mesure de la vitesse de rotation des roues (11) d'un véhicule automobile, caractérisé par le fait qu'on détecte les enveloppes des signaux des émetteurs (13) des capteurs (12) de pression des pneumatiques des roues et qu'on détermine leurs périodes pour en déduire leurs vitesses de rotation.
- 2.- Procédé selon la revendication 1, dans lequel on traite cycliquement le signal issu de l'émetteur du capteur de pression d'une roue, ledit cycle comprenant une durée d'observation durant laquelle on enregistre le signal, on détecte des maximums d'amplitude ( $P_{i1}$ ,  $P_{i2}$ ) sensiblement égaux et successifs et on en déduit les durées qui les séparent.
- 3.- Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel on récupère le signal issu du capteur de pression (12) pour le soumettre à un filtrage ou un lissage de façon à isoler l'enveloppe du signal.
- 4.- Procédé selon l'une des revendications 2 et 3, dans lequel on détermine ladite durée d'observation à partir de la vitesse du véhicule.
- 5.- Procédé selon l'une des revendications 2 à 4 dans lequel on détermine la durée du cycle à partir de la vitesse du véhicule.
- 6.- Système de mesure pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1, comprenant un ensemble de capteurs (12) de pression des pneumatiques des roues (11) et d'émetteurs (13) montés sur les roues, des moyens (17) de traitement des signaux pour extraire les enveloppes de modulation des signaux issus des émetteurs, et pour calculer la période de ces enveloppes et en déduire les vitesses de rotation.
- 7.- Système de mesure selon la revendication 6, dans lequel les moyens de traitement du signal (17) sont montés en dérivation sur des moyens (14) de réception des signaux des émetteurs (13).
- 8.- Système de mesure selon les revendications 6 et 7, dans lequel il est prévu des moyens (17, 15) pour estimer la période des enveloppes de modulations comprenant des moyens (15) indicateurs de la vitesse du véhicule.

1/3

FIG.1

2/3

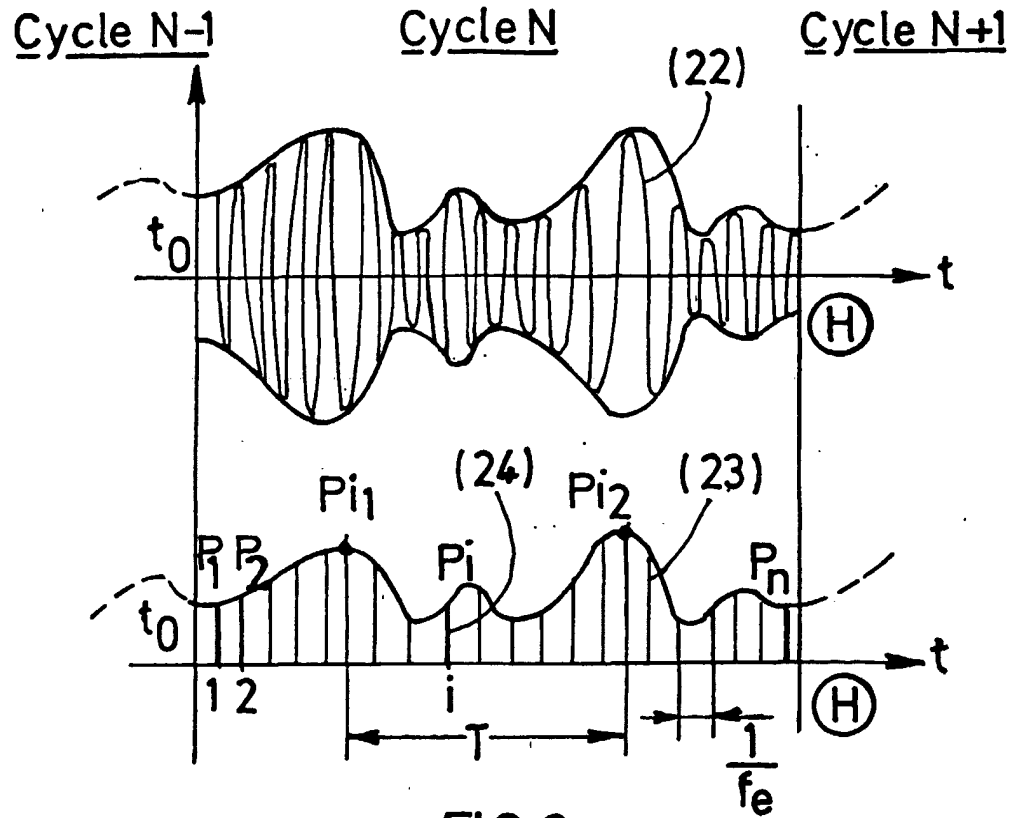


FIG. 2

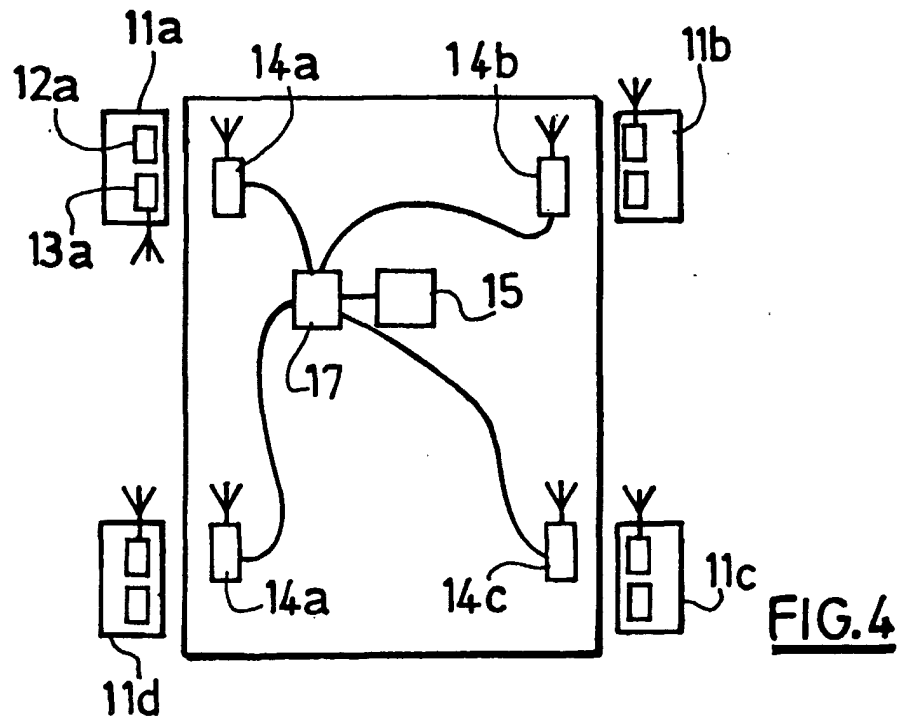
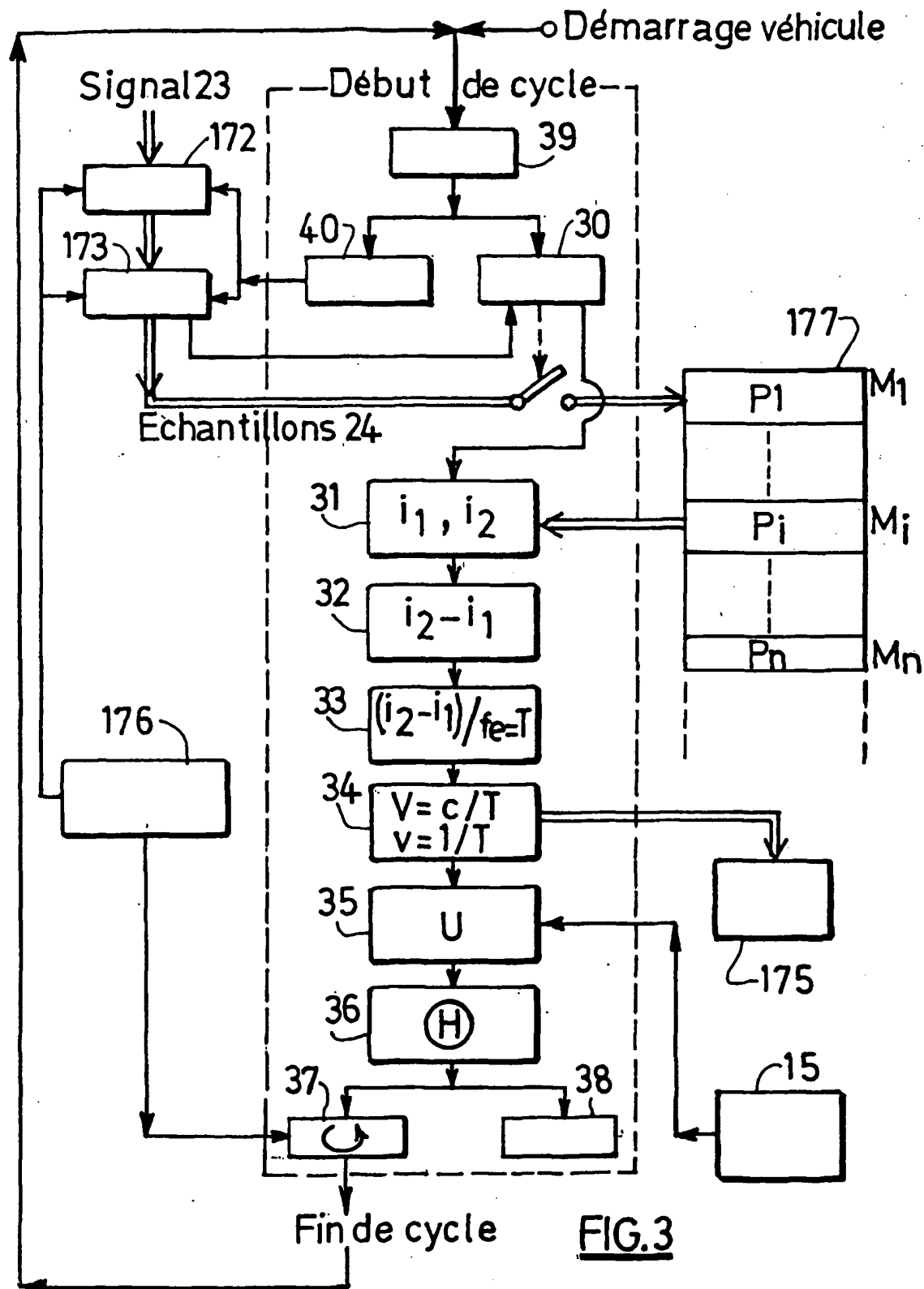


FIG. 4

3/3



(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
8 mai 2003 (08.05.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 03/038447 A3**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : G01P 3/48,  
3/44, B60C 23/04

[FR/FR]; 18, chaussée Jules César, F-95523 Cergy Pon-  
toise (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR02/03744

(72) Inventeurs; et

(22) Date de dépôt international :  
30 octobre 2002 (30.10.2002)

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : PINARD,  
Thierry [FR/FR]; 48/50, rue des Croissants, F-92380  
Garches (FR). MICHEL, Nicolas [FR/FR]; 11, rue  
Guillaume Mallard, F-78500 Sartrouville (FR). DELA-  
PORTE, Francis [FR/FR]; 33, avenue de la Muette,  
F-95520 Osny (FR). HERNANDO, Serge [FR/FR]; 1,  
passage de la symphonie, F-95800 Cergy (FR).

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
01/14140 31 octobre 2001 (31.10.2001) FR

(74) Mandataire : BLOCH & ASSOCIES; 2, square de l'Av-  
enue du Bois, F-75116 Paris (FR).

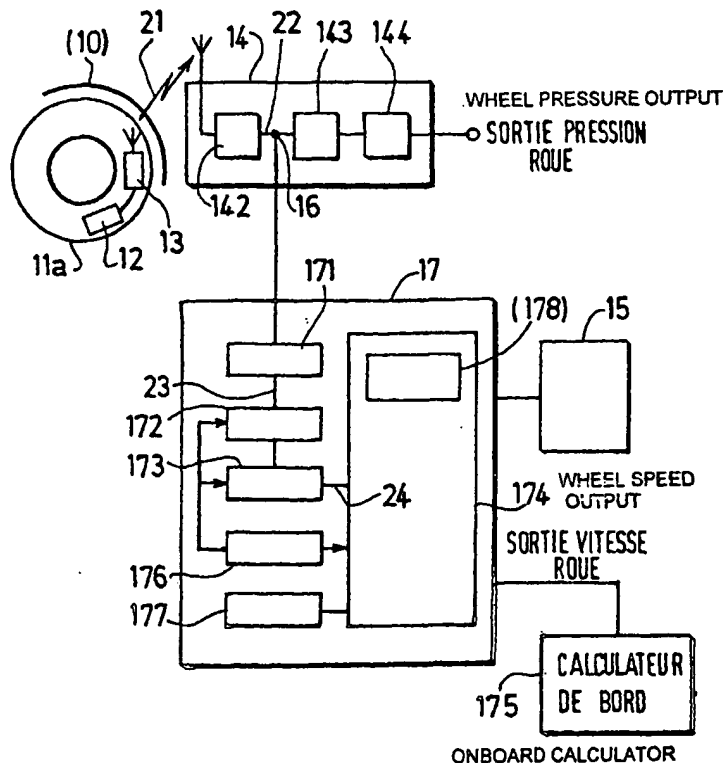
(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : JOHN-  
SON CONTROLS AUTOMOTIVE ELECTRONICS

(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR MEASURING ROTATIONAL SPEED OF A MOTOR VEHICLE WHEELS

(54) Titre : PROCEDE ET SYSTEME DE MESURE DE LA VITESSE DE ROTATION DES ROUES D'UN VEHICULE AUTO-  
MOBILE



(57) Abstract: The invention concerns a system comprising an assembly of pressure sensors (12) for the wheel tyres (11) and transmitters (13) mounted on the wheels, signal processing means (17) for retrieving the modulation envelopes of the signals derived from the transmitters, and for calculating the period of said envelopes and deducing therefrom the rotational speeds.

(57) Abrégé : Le système de l'invention comprend un ensemble de capteurs (12) de pression des pneumatiques des roues (11) et d'émetteurs (13) montés sur les roues, des moyens (17) de traitement des signaux pour extraire les enveloppes de modulation des signaux issus des émetteurs, et pour calculer la période de ces enveloppes et en déduire les vitesses de rotation.

WO 03/038447 A3



DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

(88) Date de publication du rapport de recherche internationale:

16 octobre 2003

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No  
PCT/FR 02/03744

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01P3/48 G01P3/44 B60C23/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01P B60C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 215 393 B1 (DELAPORTE FRANCIS) 10 April 2001 (2001-04-10) column 4, line 7 - line 26; figures	1-3, 6-8
A	FR 2 774 178 A (SAGEM) 30 July 1999 (1999-07-30) cited in the application page 4, line 4 - line 35	1, 6



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 April 2003

Date of mailing of the international search report

23/04/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pflugfelder, G



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Application No

PCT/FR 02/03744

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 6215393	B1	10-04-2001	FR	2794065 A1	01-12-2000
			EP	1055531 A1	29-11-2000
			JP	2000355204 A	26-12-2000
<hr/>					
FR 2774178	A	30-07-1999	FR	2774178 A1	30-07-1999
			EP	0931679 A1	28-07-1999
<hr/>					

Form PCT/SA/210 (patent family annex) (July 1992)

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De internationale No

PCT/FR 02/03744

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 G01P3/48 G01P3/44 B60C23/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01P B60C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 6 215 393 B1 (DELAPORTE FRANCIS) 10 avril 2001 (2001-04-10) colonne 4, ligne 7 - ligne 26; figures ---	1-3,6-8
A	FR 2 774 178 A (SAGEM) 30 juillet 1999 (1999-07-30) cité dans la demande page 4, ligne 4 - ligne 35 -----	1,6

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

## \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

10 avril 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

23/04/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Pflugfelder, G

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

D Internationale No  
PCT/FR 02/03744

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6215393	B1	10-04-2001	FR 2794065 A1	01-12-2000
			EP 1055531 A1	29-11-2000
			JP 2000355204 A	26-12-2000
FR 2774178	A	30-07-1999	FR 2774178 A1	30-07-1999
			EP 0931679 A1	28-07-1999

## (12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED IN ACCORDANCE WITH THE PATENT COOPERATION TREATY

(19) World Intellectual Property  
Organization  
International Office

[seal]

[bar code]

(43) Date of international publication  
8 May 2003 (08/05/2003)

PCT

(10) International Publication No.  
WO 03/038447 A2(51) International Patent Classification: G01P  
3/48(21) International Application Number:  
PCT/FR02/03744(22) International Filing Date:  
30 October 2002 (30/10/2002)

(25) Filing Language: French

(26) Publication Language: French

(30) Priority Information:  
01/14140 31 October 2001 (31/10/2001) FR(71) Applicant (for all countries designated except  
the US):  
**JOHNSON CONTROLS AUTOMOTIVE  
ELECTRONICS** [FR/FR] ;  
18, chaussée Jules César, F-95523 Cergy  
Pontoise (FR).(72) Inventors; and  
(75) Inventors/Applicants (for the US only):  
**PINARD, Thierry** [FR/FR]; 48/50, rue  
des Croissants, F-92380 Garches (FR),  
**MICHEL, Nicolas** [FR/FR]; 11, rue  
Guillaume Mallard, F-78500 Sartrouville  
(FR). **DELA-PORTE, Francis** [FR/FR];  
33, avenue de la muette, F-95520 Osny  
(FR). **HERNARDO, Serge** [FR/FR]; 1,  
passage de la symphonie, F-95800  
Cergy (FR).(74) Attorney: **BLOCH & ASSOCIES**; 2,  
square de l'Avenue de Bois, F-75116  
Paris (FR).(81) Designated Countries (national): [AE,  
AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,  
BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU,  
CZ,]

[Continued on next page]

(54) Title: SYSTEM AND PROCEDURE FOR MEASURING THE ROTATIONAL SPEED OF CAR WHEELS

(54) Title: PROCEDE ET SYSTEME DE MESURE DE LA VITESSE DE ROTATION DES ROUES D'UN  
VEHICULE AUTOMOBILE

[image]

A  
TIRE PRESSURE  
OUTPUT(57) Abstract: This invention involves a system comprising an  
assembly of pressure sensors (12) for the tires (11) and transmitters  
(13) mounted on the wheels; and signal processing devices (17) for  
retrieving the modulation envelopes of the signals issued from the  
transmitters and for calculating the period of said envelopes and  
deducing the rotational speeds therefrom.B  
WHEEL SPEED  
OUTPUT(57) Abrégé: Le système de l'invention comprend un ensemble de  
capteurs (12) de pression des pneumatiques des roues (11) et  
d'émetteurs (13) montés sur les roues, des moyens (17) de traitement  
des signaux pour extraire les enveloppes de modulation des signaux  
issus des émetteurs, et pour calculer la période de ces enveloppes et en déduire  
les vitesses de rotationONBOARD  
CALCULATOR  
C

DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Published:**

- *without an international search report, will be published upon receipt of said report*

**(84) Designated Countries (regional):** ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NI, PT, SE, SK, TR), OAPI patent (BF,

*As concerns the two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Explanatory notes relating to codes and abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.*

## System and Procedure for Measuring the Rotational Speed of Car Wheels

This invention involves measuring the rotational speed of car wheels. These rotational speeds are especially useful in wheel anti-lock or trajectory control systems.

There are many procedures that allow you to measure the rotational speed of car wheels, starting with the simple RPM indicator. These procedures always require special—and therefore, costly to mount and maintain—devices.

We are all familiar, moreover, with tire pressure sensors. These tire pressure sensors are becoming more and more common, not to mention that manufacturers are now systematically mounting them to their vehicles. FR 2 774 178 points out that the signal issued by the transmitter on a tire pressure sensor, driven in rotation with the wheel, is modulated in amplitude, during rotation, according to the obstacles and other fixed shielding originating in the part of the car body between the transmitter and the corresponding receiver.

So, the petitioner realized that the modulation envelope of the signal from a tire pressure sensor was a periodic signal with a period equal to the duration of one wheel revolution, and, thus, proposes her invention.

To that end, this invention involves a procedure for measuring the rotational speeds of car wheels, characterized by the fact that the envelopes of the signals from the transmitters of the tire pressure sensors on the wheels are detected, and their periods are then determined from this information in order to deduce their rotational speeds.

Of course, the rotational speeds  $v$  (angular in revolutions per minute) and  $V$  (linear in meters per second)—for a wheel with a circumference of length  $c$  and on the rim of which the transmitter on the sensor emits a signal modulated by the rotation according to an envelope with period  $T$ —are represented by the relationships  $v = 1 / T$ ;  $V = c.v$ .

The interest in the invention's procedure lies in the fact that it uses no other equipment than the tire pressure monitoring system.

The invention also involves a system for measuring the rotational speeds of car wheels for the implementation of the procedure, including an assembly of tire pressure sensors with transmitters mounted on the wheels; and signal processing devices to extract the modulation envelopes of the signals issued from the transmitters, to calculate the period for said envelopes and to deduce rotational speeds from these.

The measuring system, as described in the invention, may also include devices to estimate the period of the modulation envelopes before measuring it: e.g., the indicators for the linear speed of the vehicle.

It is possible thereby to measure the rotational speeds only during a minimal time period

in view of the vehicle's speed.

The invention can be better understood by using the following description of a particular mode of implementation of the procedure and of the preferred form of implementation for the invention's measuring system, in reference to the appended drawings in which:

- Fig. 1 represents the block diagrams of the invention's system;
- Fig. 2 represents a typical signal issued by a pressure sensor and its modulation envelope;
- Fig. 3 represents the flowchart of the procedure for determining the rotational speed of a wheel; and
- Fig. 4 illustrates the implementation of the procedure on the four wheels of a car.

The system for measuring the rotational speed of a wheel (11), as described in the invention, shall now be described.

Fig. 1 includes an assembly containing a pressure sensor (12) and its transmitter (13) mounted on the wheel (11), as well as a fixed transmitter (14) designed to process the signal (21) issued by the transmitter (13).

Ordinarily, the fixed transmitter (14) includes, in a series arrangement, a receiving antenna (141), a demodulator (142) issuing an analogue signal (22) free of its carrier, a filter (143) and electronics for processing tire pressure data (144).

Said equipment allows you to transform radio signals into digital signals and to calculate the tire pressure.

The system includes, downstream from the demodulator (142), a shunt (16) for the signal received by the fixed receiver, supplying power to the signal processing devices (17) in order to extract the modulation envelope from the signal and to calculate to the rotational speed of the wheel.

In this case, the signal processing devices includes, arranged in series, the following devices:

- a filtering device (171) to extract the modulation envelope (23) from the signal;
- acquisition devices (172, 173) to sample and digitize said envelope (23); and
- a calculation processor (174, 178) to determine the period for said envelope.

The system also includes at least one clock (176) linked to the acquisition devices and to the processor, which is itself linked to at least one memory (177) for recording samples and to the vehicle's speed indicator (15).

In the example under consideration, the system also uses the vehicle's on-board speed indicator (15). This could also be the odometer since we are using the length of the circumference of the wheels.

In reference to Fig. 2, the procedure consists in processing, on a cyclical basis, the signal issued from the transmitter of the pressure sensor, with the cycle including an observation length of  $\Theta$  during which more or less equal and successive maximum amplitudes of  $P_{i1}$  and  $P_{i2}$  are detected, as well as the durations separating them.

Said durations correspond to the desired period  $T$ , from which the rotational speed is going to be deduced.

To obtain this result, the signal (22) is captured as it exits the demodulator (142), which is subjected to low-pass filtering in the filter (143) so as to isolate the envelope.

This can be obtained via an analogue filtering method, by selecting a cut-off frequency in the filter,  $F_c$ , slightly greater than the maximum frequency of the wheel rotation.

The filtered signal is then sampled at a sampling frequency,  $f_e$ , determined in advance. According to a well-known signal processing rule, this frequency is at least twice as great as the cut-off frequency  $F_c$ .

The observation length,  $\Theta$ , is determined from the available information on the vehicle's speed—e.g., the information provided by the on-board instruments: speedometer, odometer.

In fact, if  $U$  is the speed in meters per second and  $c$ , the length, in meters, of the wheel's circumference, an estimation of the period,  $T$ , for the rotation of the wheels is expressed in the ratio  $c/U$ . This estimation allows you to select the observation length,  $\Theta$ , such that it contains at least the two desired maximums:

$$\Theta = 2c/U$$

The observation length,  $\Theta$ , can be optimized, from a certain number of cycles, at a lower value, in view of the signal's history, of the knowledge of the vehicle's speed and of the position of the maximum amplitude within the period, up to a value near  $T$ —but always greater—such that the periodic signal whose period, of which we are attempting to determine the period, is whole.

Once this difficulty has been resolved, you arrange the  $n$ -number of sampled values obtained ( $P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_n$ ), starting from a given time,  $t_0$ , and during the observation length thus determined, in—for example—a chronological order ( $1, 2, \dots, i, \dots, n$ ). Of course, the  $n$ -number of arranged values is such that

$$n = f_e \Theta$$

You then search for two more or less equal successive maximum amplitudes of  $P_{i1}$  and  $P_{i2}$ , in the arranged signal, whose values correspond to the maximum amplitudes of the one and the other for two successive periods, and you note their order locations,  $i1$  and  $i2$ , within the recording time,  $\Theta$ .



From there, you deduce the desired period:

$$T = (b2 - i1)/f_e$$

And you finally obtain the wheel's rotational speed between instant  $t_0$  and instant  $t_0 + \Theta$ , according to one of the above-indicated formulas.

You need only repeat the cycle that was just described to obtain the following rotational speeds. You then have a sampling of the wheel's instantaneous rotational speed with a certain sampling frequency,  $f_e$ .

Since a cycle contains at least one observation length to which, in theory, a processing delay must be added, the cycle length should be of a longer and, in principle, fixed length.

The procedure allows you to employ one wheel rotational speed measurement at one frequency continuously.

$$f_e = 1/\Theta$$

This frequency is variable and is dependant on the speed of the vehicle. The greater the speed, the greater the frequency will be. Thus, you are using a wheel rotational speed all the more quickly as the speed of the vehicle is high.

To return to the implementation in Fig. 1, the signal (21) issued by the transmitter (13) undergoes parasite modulation—due, in particular, to the car body (10)—before being received by the receiver (14) and being processed within the receiver to provide the tire pressure. Thus, the signal (22) exiting the demodulator (142) is filtered by the filter on the receiver (143) for the normal pressure information processing needs.

The signal (22) is also filtered by the filter (171) in the signal processing device (17): e.g., an RC filter.

Exiting the filter (171), the signal (23) is sampled and digitized at frequency  $f_e$  continuously by a sample-and-hold device (172), which freezes the analogue quantities, at regular instances, at frequency  $f_e$ , and an analogue-digital converter (173), which supplies, at the output (24), digitized samples,  $P_i$ , for the signal whose period you are trying to determine. These devices perform these operations by using, in particular, the clock (176) under the control of the processor (174).

In reference to Fig. 3, the processor (174) transmits the control to the memory program (178), which acquires and arranges (30) the samples,  $P_i$ , into memory (177) from  $P_1$  up to  $P_n$ , from memory  $M_1$  to memory  $M_n$  respectively.

Then, the program, or the procedure, calculates the wheel's rotational speed, which it

transmits to the on-board calculator (175). To do so, at this stage, it performs the following operations in succession:

- searches (31) for addresses  $i_1$  and  $i_2$  in the arrangement of the two largest values,  $P_i$ , in the memory (177);
- calculates (32, 33) the time separating these two ranges, i.e., the period for the modulation envelope,  $T = (i_2 - i_1)/f_e$ ;
- calculates (34) the linear rotational speeds,  $V = c/T$ , or angular rotational speeds,  $v = 1/T$ , and provides these speeds to the user devices (175);
- acquires (35) the speed of the vehicle,  $U$ ;
- calculates (36) a new observation length,  $\Theta = 2c/U$  and a new number,  $n$ , of samples to be acquired with respect to the speed of the vehicle;
- initializes (38) the following cycle, which consists in updating the duration,  $\Theta$ , and the previously calculated number,  $n$ , and in clearing the memory (177);
- waits (37), if necessary, for the instant when the next cycle starts, to  $+(N+1)\Theta$ ;
- launches the next cycle (39), then checks (40) the sampler;
- holds and converts (172, 173).

Waiting for the end of the cycle in progress is unnecessary if the end of the calculations corresponds to the end of the cycle in progress. Such is the case if the sample observation and acquisition operations and the speed calculation operations are consecutive.

This is not the case for a more elaborate version in which the operations for determining the rotational speed of a wheel, performed during cycle  $N$ , corresponds to samples observed and acquired during cycle  $N-1$ .

In the case of this more elaborate version, in fact, the speed calculation for cycle  $N$  corresponds to the signal observation for cycle  $N-1$ . Thus, during the period transpiring from to  $+N\Theta$  to to  $+(N+1)\Theta$ , the microprocessor, after having acquired the samples  $n$ , calculates the rotational speed by which the wheel was driven during the time interval  $[to + (N-1)\Theta, to + N\Theta]$ .

In the most recent case of a measuring system for a vehicle's wheel assembly (Fig. 4), and thus including a tire pressure assembly on the wheels, the signal processing devices (17) are common for processing the four wheels.

In the case of a system for measuring tire pressure containing four receivers of this type (14a), for example, you need only quadruple the low-pass filter, and multiplex the inputs on the sample-and-hold device and the analogue-digital converter. That allows an equivalent reduction in the amount of material needed.

## CLAIMS

- 1.- Procedure for measuring the rotational speed of car wheels (11), characterized by the fact that the signal envelopes from the transmitters (13) on tire pressure sensors (12) are detected and that their periods are determined in order to deduce their rotational speeds therefrom.
- 2.- Procedure, according to claim 1, in which the signal issued from the wheel's pressure sensor transmitter is processed cyclically, which cycle includes an observation length during which the signal is recorded; more or less equal and successive maximum amplitudes ( $P_{i1}$ ,  $P_{i2}$ ) are detected; and the durations separating them are deduced.
- 3.- Procedure, according to claims 1 or 2, in which the signal issued by the pressure sensor (12) is recovered and subjected to filtering or smoothing so as to isolate the signal's envelope.
- 4.- Procedure, according to claims 2 or 3, in which said observation length is determined from the vehicle's speed.
- 5.- Procedure, according to one of the claims 2 through 4, in which the duration of the cycle is determined from the vehicle's speed.
- 6.- Measuring system for implementing the procedure according to claim 1, including an array of sensors (12) for tire pressure (11) and transmitters (13) mounted on the wheels, signal processing devices (17) to extract the modulation envelopes of the signals issued from the transmitters, and for calculating the period of said envelopes and deducing the rotational speeds therefrom.
- 7.- Measuring system, according to claim 6, in which the signal processing devices (17) are mounted in a shunt on the devices (14) for receiving the signals of the transmitters (13).
- 8.- Measuring system, according to claims 6 and 7, in which devices (17, 15) are proposed for estimating the period of the modulation envelopes containing vehicle speed indicator devices (15).

1/3

[image]

WHEEL PRESSURE OUTPUT

WHEEL SPEED OUTPUT

ONBOARD CALCULATOR

FIG. 1

2/3

Cycle N-1

Cycle N

Cycle N+1

FIG.2

FIG. 4

3/3

Vehicle Startup

Signal 23

Start of Cycle

Samples

End of Cycle

FIG. 3